

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FI05/000129

International filing date: 28 February 2005 (28.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI  
Number: 20040315  
Filing date: 27 February 2004 (27.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 09 May 2005 (09.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

Helsinki 2.3.2005

27 APR 2005

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Tameye Ky  
Kangasala

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20040315

Tekemispäivä  
Filing date

27.02.2004

Kansainvälinen luokka  
International class

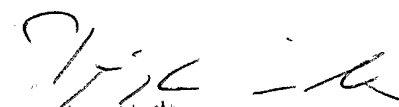
G01N

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Materiaalin vianilmaisu spektrikameran avulla"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings, originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kalla  
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1142/2004 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1142/2004 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

|         |                            |            |                  |          |                   |
|---------|----------------------------|------------|------------------|----------|-------------------|
| Osoite: | Arkadiankatu 6 A           | Puhelin:   | 09 6939 500      | Telefax: | 09 6939 5328      |
|         | P.O.Box 1160               | Telephone: | + 358 9 6939 500 | Telefax: | + 358 9 6939 5328 |
|         | FI-00101 Helsinki, FINLAND |            |                  |          |                   |

## MATERIAALIN VIANILMAISU SPEKTRIKAMERAN AVULLA

### KEKSINNÖN ALA

Esillä oleva keksintö liittyy erilaisten materiaalien analysointiin kuvantamismenetelmällä. Eri-  
 5 tyisesti esillä olevan keksinnön kohteena on menetelmä, järjestelmä ja mittauspalkki paikan koodaamiseksi analysoitavassa materiaalissa aallonpituuden mukaan.

### KEKSINNÖN TAUSTA

10 Laaduntarkkailu ja reaaliaikainen seuranta on erittäin tärkeä osa teollista valmistusta. Erityisen haasteellinen tilanne on esimerkiksi paperin ja jonkin muun materiaalin valmistuksessa, jossa valmis materiaali rullaa paikoin erittäin suurella nopeudella val-  
 15 miiksi rullatavaraksi. Laaduntarkkailun ja reaaliaikaisen seurannan tarkoituksena on saavuttaa mahdollisimman suuri tuotanto samalla pyrkien mahdollisimman hyvään ja tasaiseen valmistettavan tuotteen tai materiaalin laatuun.

20 Esimerkiksi nopeasti liikkuvan paperiradan vianilmaisuun on vuosien saatossa kehitetty monia erilaisia menetelmiä. Ensimmäiset vianilmaisimet olivat sähkömekaanisista, esimerkiksi paperin pintaa harjaaviin metalliharjoihin ja toisella puolella olevaan me-  
 25 tallirullaan perustuvia laitteita, jotka antoivat vikahälytyksen paperiradan reikäkohdissa. Myöhemmin siirryttiin käyttämään valosähköiseen ilmiöön ja laseriin perustuvia laitteita.

Optiset menetelmät on havaittu erittäin tehokkaiksi erityisesti nopeasti liikkuvan materiaalin, esimerkiksi paperiradan analysoinnissa. Optisilla menetelmillä on lukuisia etuja. Analysointi voidaan tehdä koskematta itse analysoitavaan materiaaliin. Lisäksi mittauksissa esiintyvä aikaviive on erittäin pieni.  
 35 Tunnetun tekniikan ratkaisuista tunnetaan suuri joukko optisia analysointimenetelmiä.

Uusimmat vianilmaisimet käyttävät kuvantavia menetelmiä, esimerkiksi digitaalisia CCD-kameroita (CCD, Charged Coupled Device), jotka kuvaavat paperirataa. Kuvauksessa käytetään tyypillisesti useampaa  
 5 kameraa rinnakkain riittävän resoluution aikaansaamiseksi. Kuvantavat menetelmät mahdollistavat erilaisten vikatyyppeiden luokittelun. Paperiradassa ei enää välttämättä tarvitse olla reikää, jonka läpi metalliharjas pääsee koskettamaan vastakappaletta, vaan vika voi ol-  
 10 la esimerkiksi väriero (tummuusero), viiru tai roska paperin tai muun analysoitavan materiaalin pinnalla.

Edellä mainitut kuvantavat menetelmät toimivat esimerkiksi näkyvän valon alueella, joka sijoittuu tyypillisesti aallonpituuksille 380 nm...780 nm. Ku-  
 15 vantamismenetelmissä voidaan seurata joko osaa analysoitavasta materiaalista (esimerkiksi liikkuvan paperiradan osaa) tai koko materiaalia (esimerkiksi liikkuvaa paperirataa koko leveydeltä). Yhteistä erilaisille kuvantamismenetelmille on, että niissä pyri-  
 20 tään tunnistamaan visuaalisesti havaittavia poikkeamia ja mahdollisesti myös poikkeamisen aiheuttajia.

Tunnetun tekniikan ratkaisuihin tunnetaan joukko optisia menetelmiä, jotka perustuvat spektritiedon käyttöön analysoitavasta materiaalista. Mene-  
 25 telmissä esimerkiksi mitataan analysoitavasta materiaalista heijastuvia valon sisältämiä aallonpituuksia erilaisten laatuparametrien määrittämiseksi.

Tunnetun tekniikan ratkaisut sisältävät useita ongelmakohtia. Jos analysoitava materiaali on  
 30 kooltaan erittäin suuri, esimerkiksi liikkuva paperirata, joka voi olla jopa 10 metriä leveä, tarvitaan käytännössä monta kameraa, jotta päästään haluttuun resoluutioon. Lisäksi ongelmana on, että nykyisten ratkaisujen nopeus ei riitä tarkasti analysoimaan suu-  
 35 rella vauhdilla liikkuvia materiaalityyppeitä.

Monen kameran käyttö johtaa myös muihin ongelmiin. Jos yksi kamera lakkaa toimimasta, järjestel-

mä ei toimi kokonaisuudessaan ennen kuin kamera on korjattu vai vaihdettu. Lisäksi usean kameran käyttö nostaa seurantajärjestelmän rakennus- ja käyttökustannuksia.

5 Tunnetuissa ratkaisuissa esitetty kuvaaminen vaatii valtavan määrän tiedonkäsittelykapasiteettia ja suuren määrän kameroita. Lisäksi kameroiden tuottama analysoitava kuvamateriaali on kooltaan valtava.

10 Lisäksi tunnetuissa menetelmissä ja järjestelmissä tarkkuuden ja laskentakapasiteetin lisääminen on työlästä ja vaatii suuria rahallisia investointeja.

Edelleen, tunnettujen menetelmien ja järjestelmien heikkoutena on niiden toimintavarmuus ja ylläpidettävyyys muun muassa herkkien elektroniikkaosien ja  
15 tietokoneiden myötä.

#### KEKSINNÖN TARKOITUS

Keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä mainitut epäkohdat tai ainakin merkittävästi lieventää  
20 niitä. Erityisesti keksinnön tarkoituksena on tuoda esiin uudentyyppinen menetelmä ja järjestelmä, jossa jo yhdellä kameralla voidaan tarkasti analysoida paikallaan olevaa tai liikkuvaa materiaalia.

Keksinnön tunnusomaisten piirteiden osalta  
25 viitataan patenttivaatimuksiin.

#### KEKSINNÖN YHTEENVETO

Keksintö koskee vianilmaisua, joka perustuu aallonpituuskoodaukseen. Vialla tarkoitetaan mitä tahansa poikkeamaa, joka aiheuttaa muodostettuun spektriin poikkeaman ennalta määrätystä asetusarvosta.  
30

Keksinnön kohteena on menetelmä paikan koodaamiseksi analysoitavassa materiaalissa aallonpituuden mukaan. Menetelmässä hajotetaan valonlähteellä  
35 tuotettu valo ainakin yhdeksi spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle, kootaan analysoitavan materiaa-

lin pinnasta heijastuva ainakin yksi spektri ja ohjataan koottu ainakin yksi spektri spektrikameraan. Spektrikamera voi olla joko analoginen tai digitaalinen spektrikamera.

- 5 Eräässä keksinnön sovelluksessa valonlähteellä tuotettu valo hajotetaan ensimmäisellä linssillä spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle. Valonlähteen valo johdetaan ensimmäiselle linssille edullisesti valokuidun avulla. Analysoitavasta materiaalista
- 10 heijastuva spektri kootaan toisella linssillä viivaksi, joka käsittää analysoitavan materiaalin pinnalle heijastuneet aallonpituudet. Koottu viiva ohjataan kuituoptiikkarivistölle, jossa kukin kuitu kerää osakohdan heijastuneesta valosta. Kukin kuitu ohjataan
- 15 spektrikameran spatiaaliseksi pikseliksi ja kukin spatiaalinen pikseli hajotetaan joukoksi spektraalikomponentteja. Spektrikameralla kerätty tieto analysoidaan, ja poikkeaman sijainti analysoidussa materiaalissa määritetään spektrikameran pikselin spatiaali-
- 20 ja spektraalikomponenttien perusteella.

- Menetelmässä käytetään edullisesti mittausmoduulijoukkoa, joista kukin sisältää oman kuituoptiikkarivistön sisältävän toisen liitännän, ensimmäisen linssin ja toisen linssin. Moduulijoukko on edullisesti
- 25 järjestetty erityiseen mittauspalkkiin. Valonlähteellä tuotettu valo ohjataan ensimmäisellä liitännällä kuhunkin mittausmoduuliin. Tämän jälkeen valonlähteellä tuotettu valo hajotetaan ensimmäisellä linssillä spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle sitten, että kunkin mittausmoduulin ensimmäisen linssin
- 30 kautta hajotetun valon avulla katetaan tietty osa analysoitavasta alueesta. Vastaavasti, analysoitavan materiaalin pinnasta heijastuva spektri kootaan kunkin mittausmoduulin toisella linssillä viivaksi, joka käsittää
- 35 kunkin mittausmoduulin kattaman analysoitavan materiaalin alueen pinnalle heijastuneet aallonpitu-

det. Kukin viiva ohjataan kunkin mittausmoduulin toisen liitännän kuituoptiikkarivistölle.

Analysoitavaa materiaalia voidaan liikutella analysoinnin aikana. Eräässä toisessa sovelluksessa materiaali pidetään paikallaan analysoinnin aikana. 5 Vielä eräässä toisessa sovelluksessa liikutetaan mitauspalkkia analysoinnin aikana.

Mittaus voidaan kalibroida valonlähteen mukaan siten, että valaistetaan referenssikohtaa analysoitavasta materiaalista suoraan ilman valonlähteellä tuotetun valon hajottamista ainakin yhdeksi spektriksi, kerätään analysoitavan materiaalin referenssikohdan pinnasta heijastuvasta valosta referenssispektri ja määritetään referenssispektristä valonlähteen spektri- 15 kauma.

Eräässä keksinnön toisessa sovelluksessa mitaus kalibroidaan valonlähteen mukaan siten, että hajotetaan valonlähteellä tuotettu valo ainakin yhdeksi spektriksi analysoitavan materiaalin referenssikohdan pinnalle, kerätään analysoitavan materiaalin referenssikohdan pinnasta heijastuvasta valosta referenssispektri ja määritetään referenssispektristä valonlähteen spektrijakauma. 20

Keksinnön eräässä sovelluksessa referenssispektriä keskiarvotetaan ja/tai mediaanisuodatetaan uusien spektrimittausten perusteella. 25

Keksinnön kohteena on myös järjestelmä paikan koodaamiseksi analysoitavassa materiaaalissa aallonpituuden mukaan. Järjestelmä käsittää analysoitavan materiaalin, ainakin yhden valonlähteen, ainakin yhden spektrikameran, välineet valonlähteellä tuotetun valon hajottamiseksi ainakin yhdeksi spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle, välineet analysoitavan materiaalin pinnasta heijastuvan ainakin yhden spektrin kokoamiseksi ja välineet kootun ainakin yhden spektrin ohjaamiseksi spektrikameraan. 30 35

Keksinnön eräässä sovelluksessa järjestelmä käsittää ainakin yhden ensimmäisen linssin, jolla hajotetaan valonlähteellä tuotettu valo spektriaksi analysoitavan materiaalin pinnalle, ainakin yhden toisen  
 5 linssin, jolla kootaan analysoitavasta materiaalista heijastuva spektri viivaksi, joka käsittää analysoitavan materiaalin pinnalle heijastuneet aallonpituudet, ainakin yhden kuituoptiikkarivistön, jossa kukin kuitu kerää osakohdan heijastuneesta valosta, ja ainakin yhden  
 10 spektrikameran, joka on järjestetty vastaanottamaan kukin kuitu spatiaaliseksi pikseliksi, ja joka on järjestetty hajottamaan kukin spatiaalinen pikseli joukoksi spektraalikomponentteja.

Järjestelmä edelleen käsittää ainakin yhden  
 15 tiedonkäsittelylaitteen, joka on järjestetty analysoimaan spektrikameralla kerätyn tiedon ja määrittämään havaitun poikkeaman sijainnin analysoidussa materiaallissa spektrikameran pikselin spatiaali- ja spektraalikomponenttien perusteella.

Eräässä keksinnön sovelluksessa järjestelmä käsittää joukon mittausmoduuleita. Kukin mittausmoduuli käsittää ensimmäisen liitännän, joka on järjestetty vastaanottamaan valonlähteellä tuotettu valo, joka välitetään valokuitua pitkin. Kukin mittausmoduuli edel-  
 25 leen käsittää ensimmäisen linssin, jolla hajotetaan valonlähteellä tuotettu valo spektriaksi analysoitavan materiaalin pinnalle siten, että kunkin mittausmoduulin ensimmäisen linssin kautta hajotetun valon avulla katetaan tietty osa analysoitavasta alueesta. Vastaa-  
 30 vasti kukin mittausmoduuli käsittää toisen linssin, jolla kootaan analysoitavasta materiaalista heijastuva spektri viivaksi, joka käsittää kunkin mittausmoduulin kattaman analysoitavan materiaalin alueen pinnalle heijastuneet aallonpituudet. Edelleen kukin mittausmo-  
 35 duuli käsittää kuituoptiikkarivistön sisältävän toisen liitännän, jossa kukin kuitu on järjestetty keräämään



osakohdan heijastuneesta valosta. Mittausmoduulit on yhdistetty spektrikameraan edullisesti valokuidulla.

Eräässä keksinnön sovelluksessa järjestelmä edelleen käsittää välineet analysoitavan materiaalin liikuttamiseksi.

Eräässä keksinnön sovelluksessa järjestelmä käsittää mittauspalkin, johon mittausmoduulit on kiinnitetty. Eräässä keksinnön sovelluksessa järjestelmä edelleen käsittää välineet mittauspalkin liikuttamiseksi.

Keksinnön kohteena on myös mittauspalkki materiaalin analysointia varten. Mittauspalkki käsittää ainakin yhden mittausmoduulin. Kukin mittausmoduuli käsittää välineet valonlähteellä tuotetun valon hajottamiseksi ainakin yhdeksi spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle, välineet analysoitavan materiaalin pinnasta heijastuvan ainakin yhden spektrin kokoamiseksi ja välineet kootun ainakin yhden spektrin ohjaukseksi spektrikameraan.

Eräässä keksinnön sovelluksessa kukin mittausmoduuli käsittää ainakin yhden ensimmäisen linssin, jolla hajotetaan valonlähteellä tuotettu valo spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle siten, että kunkin mittausmoduulin ensimmäisen linssin kautta hajotetun valon avulla katetaan tietty osa analysoitavasta alueesta. Kukin mittausmoduuli edelleen käsittää ainakin yhden toisen linssin, jolla kootaan analysoitavasta materiaalista heijastuva spektri viivaksi, joka käsittää kunkin mittausmoduulin kattaman analysoitavan materiaalin alueen pinnalle heijastuneet aallonpituudet. Kukin mittausmoduuli käsittää myös kuituoptiikkarivistön, joka on järjestetty keräämään osakohdan heijastuneesta valosta. Mittauspalkki käsittää myös valokuidun, joka on järjestetty yhdistämään kuituoptiikkarivistöt spektrikameraan.

Eräässä keksinnön sovelluksessa kukin mittausmoduuli käsittää ensimmäisen liitännän, joka on jär-

jestetty vastaanottamaan valonlähteellä tuotettu valo,  
 joka välitetään valokuitua pitkin, ensimmäisen lins-  
 sin, jolla hajotetaan valonlähteellä tuotettu valo  
 spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle siten,  
 5 että kunkin mittausmoduulin ensimmäisen linssin kautta  
 hajotetun valon avulla katetaan tietty osa analysoita-  
 vasta alueesta, toisen linssin, jolla kootaan ana-  
 lysoitavasta materiaalista heijastuva spektri viivak-  
 si, joka käsittää kunkin mittausmoduulin kattaman ana-  
 10 lysoitavan materiaalin alueen pinnalle heijastuneet  
 aallonpituudet ja kuituoptiikkarivistön sisältävän  
 toisen liitännän, jossa kukin kuitu on järjestetty ke-  
 räämään osakohdan heijastuneesta valosta. Toiseen lii-  
 täntään on yhdistetty valokuitu, joka on järjestetty  
 15 yhdistämään kuituoptiikkarivistö spektrikameraan.

Eräässä keksinnön sovelluksessa mittauspalkki on järjestetty liikuteltavaksi.

Eräässä keksinnön sovelluksessa on järjestetty analysoitavan materiaalin yläpuolelle.

20 Eräässä keksinnön sovelluksessa mittausmoduuli käsittää ensimmäiset suuntausvälineet, joilla suunnataan ensimmäinen linssi hajottamaan valonlähteellä tuotettu valo spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle halutulle alueelle.

25 Eräässä keksinnön toisessa sovelluksessa mittausmoduuli käsittää toiset suuntausvälineet, joilla suunnataan toinen linssi kokoamaan analysoitavasta materiaalista heijastuva spektri materiaalin halutusta alueesta.

30 Eräässä keksinnön sovelluksessa mittausmoduuli edelleen käsittää välineet hajottamisvälineiden sijoittamiseksi sivuun siten, että analysoitavaa materiaalia valaistaan suoraan referenssispektrin mittaamiseksi analysoitavan materiaalin referenssikohdasta.

35 Keksinnön kohteena on myös mittausmoduuli materiaalin analysointia varten. Mittausmoduuli käsittää välineet valonlähteellä tuotetun valon hajottamiseksi

ainakin yhdeksi spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle, välineet analysoitavan materiaalin pinnasta heijastuvan ainakin yhden spektrin kokoamiseksi, ja välineet kootun ainakin yhden spektrin ohjaamiseksi  
5 spektrikameraan.

Analysoitava materiaali on esimerkiksi puuta, paperia, kangasta, metallia tai muovia.

Eräässä keksinnön sovelluksessa ensimmäinen linssi käsittää ainakin yhden prisman ja/tai hilan. Ensimmäinen linssi on esimerkiksi ns. PGP-linssi, joka  
10 koostuu kahdesta prismasta, joiden välissä on hila. Toisen linssi on esimerkiksi tavallinen sylinterilinssi, jolla analysoitavasta materiaalista heijastuva spektri kootaan viivaksi linssin polttopisteeseen.

15 Keksinnöllä on useita etuja tunnettuun tekniikkaan verrattuna. Spektrikameran tallentaman tiedon perusteella saadaan paikkatietoa analysoitavassa materiaalisissa esiintyvistä virheistä hyvin tarkasti x- ja y-suunnassa, koska paikka voidaan määrittää keksinnön  
20 esittämän aallonpituuskoodausperiaatteen perusteella.

Erityinen keksinnön etu tunnettuihin ratkaisuihin verrattuna on se, että yhdellä spektrikameralla saadaan kuvattua iso järjestelmä kokonaisuudessaan,  
25 esimerkiksi 9,6 metriä leveä rullaava paperirata.

Lisäksi keksinnön etuna on sen nopeusriippumattomuus. Itse keksintö toimii periaatteessa valon nopeudella, ja todellinen maksiminopeus riippuu käytännössä spektrikameran nopeudesta. Keksinnön nopeus  
30 perustuu myös siihen, että prosessoidaan vain yhden kameran antamaa kuvaa.

Lisäksi keksinnön tuottama resoluutio analysoitavassa materiaalisissa on erinomainen, ja tarkkuutta voidaan lisäksi interpoloida vieläkin tarkem-  
35 maksi.

Koska keksinnön esittämä järjestelmä on rakenteeltaan yksinkertainen, järjestelmä on toiminnal-

taan luotettavampi ja edullisempi kuin tunnettujen ratkaisujen järjestelmät.

Lisäksi keksinnössä esitettyä ratkaisua on helppo mukauttaa, esimerkiksi laajentaa, analysoitavan materiaalin ja sen mahdollisen liikkuvuuden asettamien vaatimusten mukaisesti.

#### KUVALUETTELO

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti sovellusesimerkkien avulla, jossa

kuvio 1 esittää erään keksinnön mukaisen menetelmän,

kuvio 2 esittää erästä keksinnön mukaista järjestelmää,

kuvio 3 esittää erästä keksinnön mukaista mittausmoduulia, ja

kuvio 4 esittää erästä edullista paperiradan valaisujärjestelyä.

#### 20 KEKSINNÖN YKSITYISKOHTAINEN SELOSTUS

Kuvio 1 esittää erään keksinnön mukaisen menetelmän. Vaiheen 120 mukaisesti hajotetaan valonlähteellä tuotettu valo ainakin yhdeksi spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle. Hajotus tehdään esimerkiksi ensimmäisen linssin avulla. Ensimmäinen linssi on esimerkiksi ns. PGP-linssi, joka koostuu kahdesta prismasta, joiden välissä on hila. Vaiheen 122 mukaisesti kootaan analysoitavan materiaalin pinnasta heijastuva ainakin yksi spektri. Kokoaminen tehdään esimerkiksi toisen linssin avulla. Toinen linssi on esimerkiksi sylinterilinssi. Vaiheen 124 mukaisesti kootu ainakin yksi spektri ohjataan spektrikameraan. Spektrikamera on edullisesti digitaalinen spektrikamera.

Kuvio 2 esittää erästä keksinnön mukaista järjestelmää paikan koodaamiseksi analysoitavassa ma-

teriallissa aallonpituuden mukaan. Järjestelmä käsittää analysoitavan materiaalin 102. Kuviossa 2 analysoitava materiaali on paperirata, joka liikkuu rullaa eteenpäin 20 metrin sekuntinopeudella. Analysoitava materiaali voi luonnollisesti viitata myös muihin materiaaleihin.

Tietylle kohtaa rullaavaa paperirataa on järjestetty mittauspalkki 100, joka kuviossa 2 on paperiradan yläpuolella koko paperiradan leveydeltä. Mittauspalkkiin 100 on kiinnitetty joukko mittausmoduuleita 18, joiden toimintaa kuvataan tarkemmin alempana. Kuvioissa 2 ja 3 oletetaan, että mittauspalkki 100 sisältää 16 mittausmoduulia 18.

Järjestelmä käsittää valonlähteen 10, joka tuottaa valkoista valoa. Valonlähteen 10 tuottama valkoinen valo välitetään mittausmoduuleihin 18 valokuidun 12 avulla. Kuvion 2 esittämässä järjestelmässä käytetään yhtä valonlähdettä. Näin vältetään siltä ongelmalta, että eri valonlähteiden tuottamat valkoiset valot olisivat keskenään hieman poikkeavia. Toisin sanoen, koska käytetään ainoastaan yhtä valonlähdettä, mittausjärjestelmän kalibrointikin on yksinkertaisempaa. Keksinnön muissa sovelluksissa on mahdollista käyttää myös useampia valonlähteitä samanaikaisesti.

Mittausmoduulit 18 on kytketty spektrikameraan 16 valokuidun 14 avulla. Spektrikamera 16 puolestaan on liitetty yhteen tai useampaan tiedonkäsittelylaitteeseen 106, joka on järjestetty analysoimaan spektrikameran 16 kuvaa. Spektrikamera 16 on edullisesti digitaalinen spektrikamera. Spektrikamera 16 voi olla myös analoginen spektrikamera, jolloin spektrikamerasta 16 voidaan digitointikortilla kaapata digitaalinen ulostulo tiedonkäsittelylaitteeseen 106.

Seuraavassa keksinnön mukaisen menetelmän ja järjestelmän toimintaa selostetaan tarkemmin kuvion 3 avulla. Kuvio 3 esittää erään edullisen sovelluksen keksinnön mukaisesta mittausmoduulista 18.

Kuten aiemmin todettiin, valonlähteen 10 tuottama valkoinen valo ohjataan valokuidun 12 avulla kunkin mittausmoduulin 18 ensimmäiseen liitännään 104. Mittausmoduulit 18 ovat keskenään identtisiä sekä ra-  
 5 kenteeltaan että toiminnaltaan. Kuvion 3 esimerkissä mittausmoduulien 18 rakenne on yksinkertainen. Ne käsittävät ensimmäisen liitännän 104, ensimmäisen lins-  
 sin 110, toisen linssin 108 ja toisen liitännän 112. Ensimmäisellä liitännällä 104 viitataan esimerkiksi  
 10 valokuituun tai valokuitukimppuun, jonka tuoma valo levitetään juovaksi. Ensimmäisellä linssillä 110 vii-  
 tataan esimerkiksi kuviossa 3 esitettyyn prisma-hilta-  
 prisma -rakenteeseen (PGP-rakenne). Toinen linssi 108 on tyypillisesti tavallinen sylinterilinssi. Toiselle  
 15 liitännällä viitataan esimerkiksi liitännään, joka kä-  
 sittää kuituoptiikkarivistön.

Mittausmoduuliin 18 ohjattu valkoinen valo kulkee ensimmäisen linssin 110 läpi. Ensimmäinen lins-  
 si 110 hajottaa valkoisen valon spektriksi analysoita-  
 20 van materiaalin 102 pinnalle. Spektri käsittää edulli-  
 sesti kaikki sateenkaaren värit aallonpituusväliltä  $\lambda_1 \dots \lambda_2$ , esimerkiksi 380 nm...780 nm.

Oletetaan, että kuviossa 2 käytettävä digi-  
 taalinen spektrikamera 16 ottaa 200 kuvaa sekunnissa.  
 25 Lisäksi oletetaan, että käytetyn digitaalisen spektri-  
 kameran 16 kuvassa on 640 spatiaalista pikseliä (vaa-  
 kapikseliä) ja 480 spektraalista pikseliä (pystypikse-  
 liä). Kun huomioidaan, että paperiradan nopeus on 20  
 m/s, niin saadaan selville, että rataa valaistaan pa-  
 30 periradan kulkusuunnassa 100 mm osissa per otettava  
 kuva. Ensimmäisellä linssillä 110 paperiradan pintaan  
 heijastettu spektri heijastuu takaisinpäin kohti mit-  
 tausmoduulia 18. Toinen linssi 108 on järjestetty mit-  
 tausmoduuliin 18 siten, että se kokoaa heijastuvan  
 35 spektrin linssin polttopisteeseen viivaksi, joka si-  
 sältää kaikki paperiradan pinnalle heijastuneet aal-

lonpituudet. Viita ohjataan kuituoptiikkarivistölle 112.

Kuvion 2 ja 3 esittämässä sovelluksessa kukin kuituoptiikkarivistö 112 sisältää 40 kuitua. Näin ol-  
 5 len yksi kuitu kerää paperiradan kulkusuunnassa 2,5 mm (100 mm jaettuna kuitujen lukumäärällä) kokoiselta alueelta tulevan valon. Kukin mittausmoduuli 18 on järjestetty mittauspalkkiin 100 siten, että se valai-  
 see paperirataa 600 mm alueena. Näin ollen paperirataa  
 10 valaistaan 600 mm x 100 mm kokoisina alueina. Kukin näistä kuiduista ohjataan digitaalisen spektrikameran 16 spatiaaliseksi pikseliksi spatiaaliseksi pikseliksi. Edelleen, kukin spatiaalisista pikseleistä hajote-  
 taan 480 spektraalisesksi komponentiksi (pikseliksi).  
 15 Näin saadaan 1,25 mm resoluutio paperiradan poikki-  
 suunnassa ja 2,5 mm resoluutio paperiradan kulkusuun-  
 nassa. Koska mittauspalkki 100 sisältää 16 mittausmo-  
 duulia 18, jotka yhteensä sisältävät 18 optiikkarivis-  
 töä 112, ne tuottavat yhteensä  $16 \times 40 = 640$  spatiaalista  
 20 pikseliä. Näin koko paperirata (leveys 9600 mm) saa-  
 daan kattavasti kuvattua yhdellä digitaalisella spekt-  
 rikameralla 16. Kuviossa 4 on havainnollistettu tar-  
 kemmin paperiradan valaisujärjestelyä. 600 x 100 mm  
 laatikon sisälle piirretyt pystyviivat kuvaavat kunkin  
 25 laatikon sisälle piirtyvää spektriä.

Digitaalinen spektrikamera 16 on liitetty tiedonkäsittelylaitteeseen 106, joka tässä esimerkissä on tietokone. Tiedonkäsittelylaite 106 voi viitata  
 myös johonkin muuhun laitteeseen tai tiettyyn osaan  
 30 tietokoneesta, esimerkiksi signaaliprosessoriin. Spektrikuvasta voidaan tietokoneen avulla tutkia, onko jollain aallonpituusalueella normaalista poikkeavia arvoja. Esimerkiksi jonkin aallonpituusalueen heijastuskertoimien selvä vaimentuminen tarkoittaisi käytän-  
 35 nössä paperiradassa olevaa reikää tai muuta poikkeavuutta kohdassa, jota on valaistu kyseessä olevalla aallonpituudella.

Yksinkertaiseen paperiradan vikailmaisuun, jossa etsitään esimerkiksi reikiä, riittää melko yksinkertainen prosessointi. Kun tiedossa on esimerkiksi se, minkälainen heijastusspektri tutkittavalla paperilla pitäisi olla, on helppoa havaita tietyt puuttuvat aallonpituudet yksinkertaisesti vaikkapa vähennyslaskulla. Prosessointi voidaan näin tehdä hyvin yksinkertaiseksi ja siten myös nopeaksi, jolloin tarvittavan laitteiston (esimerkiksi tietokone tai signaali-

5     prosessori) vaatimukset ovat niin ikään kohtuulliset.

Kuten edellä on esitetty, keksintö on toteutettu edullisesti näkyvän valon aallonpituuksilla. Näkyvän valon alue sijoittuu aallonpituuksille 380nm...780nm. Tällä alueella heijastuskertoimiin vaikuttavat lähinnä paperin väri ja mahdolliset optiset kirkasteet, joiden toiminta riippuu käytetystä valaistuksesta. Optiset kirkasteet absorboivat energiaa alemmilla (UV) aallonpituuksilla esimerkiksi välillä 300nm...400nm ja emittoivat energiaa pidemmällä (sini-

15     sillä) aallonpituuksilla esimerkiksi välillä 450nm...500nm. Tuloksena on käytännössä optisesti vaaleampi (sinertävä) paperi.

Näkyvän valon alueella voidaan myös käyttää useampia optisia kuituja, koska suurilla aallonpituuksilla tapahtuvaa transmission vaimenemista ei tarvitse huomioida.

25     

Kuvioissa 2 ja 3 keksintöä on kuvattu käyttämällä esimerkkinä liikkuvaa paperirataa. Keksinnön muissa sovelluksissa analysoitava materiaali voi olla mitä tahansa muuta materiaalia, esimerkiksi puuta, kangasta, metallia tai muovia. Lisäksi on huomattava, ettei analysoitavan paperin tarvitse välttämättä olla liikkeessä analysoinnin aikana. Eräässä keksinnön sovelluksessa sekä analysoitava materiaali että mittaus-

30     järjestelmä ovat molemmat paikallaan. Eräässä toisessa sovelluksessa analysoitava materiaali on paikallaan, mutta mittausjärjestelmää liikutetaan. Vaikka kuviossa

35



2 esitetään ainoastaan yksi tiedonkäsittelylaite 106, keksinnön eräässä toisessa sovelluksessa prosessointi voidaan haluttaessa järjestää useammalla tiedonkäsittelylaitteella 106. Edelleen, vaikka kuviossa 2 esitetään ainoastaan yksi digitaalinen spektrikamera, keksinnön eräässä toisessa sovelluksessa voidaan käyttää kahta tai useampaa kameraa. Tällä tavoin saadaan resoluutiota kasvatettua halutuksi.

Eräässä kuvion 3 sovelluksessa mittausmoduuli 18 käsittää ensimmäiset suuntausvälineet, joilla suunnataan ensimmäinen linssi 110 hajottamaan valonlähteellä tuotettu valo spektriksi analysoitavan materiaalin 102 pinnalle halutulle alueelle. Näin voidaan hienosäätää valaisualueen jaottumista. Edellä mainitut välineet voidaan toteuttaa esimerkiksi asettamalla ensimmäinen linssi haluttuun asentoon mekaanisesti tai jollain muulla alan ammattimiehelle itsestään selvällä tavalla.

Eräässä kuvion 3 sovelluksessa mittausmoduuli 18 käsittää toiset suuntausvälineet, joilla suunnataan toinen linssi 108 kokoamaan analysoitavasta materiaalista heijastuva spektri materiaalin halutusta alueesta. Näin voidaan hienosäätää aluetta, josta tietoa kerätään. Edellä mainitut välineet voidaan toteuttaa esimerkiksi asettamalla toinen linssi haluttuun asentoon mekaanisesti tai jollain muulla alan ammattimiehelle itsestään selvällä tavalla.

Eräässä kuvion 3 sovelluksessa mittausmoduuli 18 edelleen käsittää välineet hajottamisvälineiden sijoittamiseksi sivuun siten, että analysoitavaa materiaalia valaistaan suoraan referenssispektrin mittaamiseksi analysoitavan materiaalin referenssikohdasta. Edellä mainitut välineet voidaan toteuttaa esimerkiksi kääntämällä ensimmäinen linssi sivuun mekaanisesti tai jollain muulla alan ammattimiehelle itsestään selvällä tavalla.

Mittaus voidaan kalibroida valonlähteen mukaan esimerkiksi siten, että valaistaan referenssikoh-  
 taa analysoitavasta materiaalista suoraan ilman valon-  
 lähteellä tuotetun valon hajottamista ainakin yhdeksi  
 5 spektriksi, kerätään analysoitavan materiaalin refe-  
 renssikohdan pinnasta heijastuvasta valosta referens-  
 sispektri ja määritetään referenssispektristä valon-  
 lähteen spektrijakauma. Mittauksen kalibrointi valon-  
 lähteen mukaan voidaan tehdä myös siten, että hajote-  
 10 taan valonlähteellä tuotettu valo ainakin yhdeksi  
 spektriksi analysoitavan materiaalin referenssikohdan  
 pinnalle, kerätään analysoitavan materiaalin referens-  
 sikohdan pinnasta heijastuvasta valosta referenssi-  
 spektri ja määritetään referenssispektristä valonläh-  
 15 teen spektrijakauma. Määritettä referenssispektriä  
 voidaan keskiarvottaa ja/tai mediaanisuodattaa uusien  
 spektrimittausten perusteella. Referenssispektriä ei  
 välttämättä muokata uusien, varsinaisten referenssimit-  
 tausten perusteella, vaan jatkuva-aikaisesti muiden  
 20 kuin vikatilannespektrien perusteella.

Kuviossa 4 on esitetty eräs ratkaisu paperi-  
 radan valaisemiseksi osissa. Siinä yksi kuvion 1 mit-  
 tausmoduuli 18 valaisee paperiradasta 600 mm x 100 mm  
 osion. Kun mittausmoduuleita 18 järjestetään vierek-  
 25 käin 16 kappaletta, koko paperirata tulee valaistuksi.  
 Eräässä toisessa keksinnön sovelluksessa mittausmoduu-  
 lit 18 voidaan järjestää mittauspalkkiin 100 siten,  
 että samanaikaisesti valaistaan useampi esimerkiksi  
 100 mm korkuinen rivi. Tällöin kahden päällekkäisen  
 30 spektririvin ei välttämättä tarvitse olla spektreil-  
 tään täsmälleen samassa kohdassa pystysuunnassa.

Keksinnössä esitetty mittausjärjestelmä on  
 helppo varmentaa vikatilanteiden varalta. Varmentami-  
 nen tapahtuu esimerkiksi siten, että käytetään saman-  
 35 aikaisesti kahta digitaalista spektrikameraa, joihin  
 ohjataan saman valokuidun 14 antama valo. Eräässä so-  
 velluksessa molemmat kamerat ovat aina käytössä.

Eräässä toisessa sovelluksessa toinen kamera alkaa kuvata vasta, jos ensimmäisen kameran toiminta häiriintyy.

Mikäli analysoitava materiaali on rullaava paperirata, keksinnön avulla voidaan paikallistaa myös vikoja paperikoneen muissa osissa. Koska paperiradan tapauksessa vika paperiradassa voidaan paikantaa edellä esitetyn mukaisesti esimerkiksi 1,25 mm tarkkuudella paperiradan poikkisuunnassa, pystytään helposti paikantamaan mahdollinen vika myös paperia kuljettavissa rullissa. Tarkkuutta voidaan vielä interpoloida, toisin sanoen päätellä, että vika on kahden viivan välissä.

Keksinnön avulla voidaan määrittää samankaltaisesti paperikoneen viiran reunan paikka. Viira on tasomainen, esimerkiksi muovi- tai metallikudos, jonka päälle paperiraina suotautetaan tai joka tukee rainaa paperin kuivatuksessa. Mittauspalkin reunimmaisista mittausmoduulit voidaan kääntää valaisemaan viiraa siten, että niiden valaisualue menee hieman viiran reunan yli. Tällöin viiralle osuva valo heijastuu detektorille (toiselle linssille), mutta viiran ohi menevä valo aiheuttaa heijastusspektrissä puuttuvia aallonpituuksia. Toisin sanoen viiran reunan paikka saadaan selville samalla tavalla samoin kuin reiän paikka paperiradassa.

Huomattakoon vielä, että edellä esitetyt esimerkit analysoitavasta materiaalista ja analysoitavan materiaalin fyysisistä mitoista ovat ainoastaan esimerkinomaisia materiaaleja ja mittoja. Näin ollen on luonnollista, että keksintöä voidaan soveltaa myös muihin materiaaleihin ja kokoihin kuin mitä edellä on esitetty.

Keksinnön ansiosta yhden digitaalisen spektrikameran avulla saadaan kuvattua esimerkiksi rullaava paperirata koko leveydeltä. Resoluutiota voidaan luonnollisesti kasvattaa käyttämällä useampia kameroita.

Digitaalisen spektrikameran kuvan perusteella saadaan tarkasti paikkatietoa virheestä x- ja y-suunnassa. Toisin sanoen, keksinnössä paikka koodataan aallonpituuksien mukaan.

- 5                   Keksintö tuottaa tärkeää tietoa myös analysoitavan materiaalin laadusta. Kun analysoitavassa materiaalissa esiintyvät viat ja puutteet on analysoitu digitaalisen spektrikameran kuvasta, voidaan tarkasti määrittää analysoidun materiaalin laatu esimerkiksi myyntiorganisaatiota varten.
- 10

Keksintöä ei rajata pelkästään edellä esitetyistä sovellusesimerkkejä koskevaksi, vaan monet muunnokset ovat mahdollisia pysyttäessä patenttivaatimusten määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

## PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä paikan koodaamiseksi analysoitavassa materiaalissa aallonpituuden mukaan,

tunnettu siitä, että menetelmässä:

- 5 hajotetaan valonlähteellä tuotettu valo ainakin yhdeksi spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle; kootaan analysoitavan materiaalin pinnasta heijastuva ainakin yksi spektri; ja ohjataan koottu ainakin yksi spektri spektrikameraan.
- 10

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmässä:

- hajotetaan valonlähteellä tuotettu valo ensimmäisellä linssillä spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle;
- 15

kootaan analysoitavan materiaalin pinnasta heijastuva spektri toisella linssillä viivaksi, joka käsittelee analysoitavan materiaalin pinnalle heijastuneet aallonpituudet;

- 20 ohjataan koottu viiva kuituoptiikkarivistölle, jossa kukin kuitu kerää osakohdan heijastuneesta valosta;

ohjataan kukin kuitu spektrikameran spatiaaliseksi pikseliksi; ja

- 25 hajotetaan kukin spatiaalinen pikseli joukoksi spektraalikomponentteja.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmässä käytetään joukkoa mittausmoduuleita, joista kukin sisältää oman kuituoptiikkarivistön sisältävän toisen liitännän, ensimmäisen linssin ja toisen linssin, jossa menetelmässä:

30

ohjataan valonlähteellä tuotettu valo ensimmäisellä liitännällä kuhunkin mittausmoduuliin;

- hajotetaan valonlähteellä tuotettu valo ensimmäisellä linssillä spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle siten, että kunkin mittausmoduulin ensimmäi-
- 35

sen linssin kautta hajotetun valon avulla katetaan tietty osa analysoitavasta alueesta;

kootaan analysoitavan materiaalin pinnasta heijastuva spektri kunkin mittausmoduulin toisella linssillä  
5 viivaksi, joka käsittää kunkin mittausmoduulin kattaman analysoitavan materiaalin alueen pinnalle heijastuneet aallonpituudet;

ohjataan koottu viiva kunkin mittausmoduulin toisen liitännän kuituoptiikkarivistölle, jossa kukin  
10 kuitu kerää osakohdan heijastuneesta valosta;

ohjataan kunkin mittausmoduulin kukin kuitu spektrikameran spatiaaliseksi pikseliksi; ja

hajotetaan kukin spatiaalinen pikseli joukoksi spektraalikomponentteja.

15 4. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmä edelleen käsittää vaiheen:

liikutetaan analysoitavaa materiaalia analysoinnin aikana.

20 5. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmä edelleen käsittää vaiheen:

pidetään analysoitava materiaali paikallaan analysoinnin aikana.

25 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmä edelleen käsittää vaiheen:

liikutetaan mittauspalkkia, johon on kiinnitetty joukko mittausmoduuleja.

30 7. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että analysoitava materiaali on puuta, paperia, kangasta, metallia tai muovia.

8. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmä  
35 edelleen käsittää vaiheet:

analysoidaan spektrikameralla kerätty tieto; ja

määritetään poikkeaman sijainti analysoidussa materiaaalissa spektrikameran pikselin spatiaali- ja spektraalikomponenttien perusteella.

5 9. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kalibroidaan mittausta valonlähteen mukaan siten, että:

valaistaan referenssikohtaa analysoitavasta materiaalista suoraan ilman valonlähteellä tuotetun valon hajottamista ainakin yhdeksi spektriksi;

10 kerätään analysoitavan materiaalin referenssikohdan pinnasta heijastuvasta valosta referenssispektri; ja

määritetään referenssispektristä valonlähteen spektrijakauma.

15 10. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kalibroidaan mittausta valonlähteen mukaan siten, että:

hajotetaan valonlähteellä tuotettu valo ainakin yhdeksi spektriksi analysoitavan materiaalin referenssikohdan pinnalle;

20 kerätään analysoitavan materiaalin referenssikohdan pinnasta heijastuvasta valosta referenssispektri; ja

25 määritetään referenssispektristä valonlähteen spektrijakauma.

11. Patenttivaatimuksen 9 tai 10 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että keskiarvotetaan ja/tai mediaanisuodatetaan referenssispektiriä uusien spektrimittausten perusteella.

30 12. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että ensimmäinen linssi käsittää ainakin yhden prisman ja/tai hylan.

35 13. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että toinen linssi käsittää sylinterilinssin.

14. Järjestelmä paikan koodaamiseksi analysoitavassa materiaaalissa aallonpituuden mukaan, tunnettu siitä, että järjestelmä käsittää:

- 5       analysoitavan materiaalin (102);  
       ainakin yhden valonlähteen (10);  
       ainakin yhden spektrikameran (16);  
       välineet (110) valonlähteellä (10) tuotetun valon hajottamiseksi ainakin yhdeksi spektriksi analysoitavan materiaalin (102) pinnalle;
- 10       välineet (108) analysoitavan materiaalin pinnasta heijastuvan ainakin yhden spektrin kokoamiseksi; ja  
       välineet (112, 14) kootun ainakin yhden spektrin ohjaamiseksi spektrikameraan (16).
- 15       15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä käsittää:  
       ainakin yhden ensimmäisen linssin (110), jolla hajotetaan valonlähteellä (10) tuotettu valo spektriksi analysoitavan materiaalin (102) pinnalle;
- 20       ainakin yhden toisen linssin (108), jolla kootaan analysoitavasta materiaalista heijastuva spektri viivaksi, joka käsittää analysoitavan materiaalin (102) pinnalle heijastuneet aallonpituudet;  
       ainakin yhden kuituoptiikkarivistön (112), jossa
- 25       kukin kuitu kerää osakohdan heijastuneesta valosta; ja  
       ainakin yhden spektrikameran (16), joka on järjestetty vastaanottamaan kukin kuitu spatiaaliseksi pikseliksi, ja joka on järjestetty hajottamaan kukin spatiaalinen pikseli joukoksi spektraalikomponentteja.
- 30       16. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä käsittää joukon mittausmoduuleita (18), ja että:  
       kukin mittausmoduuli (18) käsittää ensimmäisen liitännän (114), joka on järjestetty vastaanottamaan
- 35       ja/tai välittämään valonlähteellä (10) tuotettu valo, joka välitetään valokuitua (12) pitkin;



kukin mittausmoduuli (18) käsittää ensimmäisen linssin (110), jolla hajotetaan valonlähteellä (10) tuotettu valo spektriaksi analysoitavan materiaalin (102) pinnalle siten, että kunkin mittausmoduulin (18) ensimmäisen linssin (110) kautta hajotetun valon avulla katetaan tietty osa analysoitavasta alueesta;

kukin mittausmoduuli (18) käsittää toisen linssin (108), jolla kootaan analysoitavasta materiaalista (102) heijastuva spektri viivaksi, joka käsittää kunkin mittausmoduulin (18) kattaman analysoitavan materiaalin (102) alueen pinnalle heijastuneet aallonpituudet;

kukin mittausmoduuli (18) käsittää kuituoptiikkarivistön sisältävän toisen liitännän (112), jossa kunkin kuitu on järjestetty keräämään osakohdan heijastuneesta valosta;

toiseen liitántään (112) on yhdistetty valokuitu (14), joka on järjestetty yhdistämään kuituoptiikkarivistö spektrikameraan (16);

spektrikamera (16) on järjestetty asettamaan kunkin mittausmoduulin (18) kukin kuitu spatiaaliseksi pikseliksi; ja

spektrikamera (16) on järjestetty hajottamaan kunkin spatiaalinen pikseli joukoksi spektraalikomponentteja.

17. Jonkin aikaisemman mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä edelleen käsittää välineet analysoitavan materiaalin (102) liikuttamiseksi.

18. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että mittausmoduuli (18) käsittää ensimmäiset suuntausvälineet, joilla suunnataan ensimmäinen linssi (110) hajottamaan valonlähteellä (10) tuotettu valo spektriaksi analysoitavan materiaalin (102) pinnalle halutulle alueelle.

19. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että mitta-

usmoduuli (18) käsittää toiset suuntausvälineet, joilla suunnataan toinen linssi (110) kokoamaan analysoitavasta materiaalista (102) heijastuva spektri materiaalin (102) halutusta alueesta.

5           20. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä edelleen käsittää mittauspalkin (100), johon mittausmoduulit (18) on kiinnitetty.

10           21. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä edelleen käsittää välineet mittauspalkin (100) liikuttamiseksi.

15           22. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että analysoitava materiaali (102) on puuta, paperia, kangasta, metallia tai muovia.

20           23. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä edelleen käsittää ainakin yhden tiedonkäsittelylaitteen (106), joka on järjestetty analysoimaan spektrikameralla (16) kerätty tieto ja määrittämään poikkeaman sijainti analysoidussa materiaalissa (102) spektrikameran (16) pikselin spatiaali- ja spektraalikomponenttien perusteella.

25           24. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä edelleen käsittää välineet hajottamisvälineiden (110) sijoittamiseksi sivuun siten, että analysoitavaa materiaalia valaistaan suoraan referenssispektrin mittaamiseksi analysoitavan materiaalin referenssikohdasta.

30

25. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että ensimmäinen linssi (110) käsittää ainakin yhden prisman ja/tai hilan.

35

26. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että toinen linssi (108) käsittää sylinterilinssin.

27. Mittauspalkki materiaalin analysointia varten,

tunnettu siitä, että:

mittauspalkki (100) käsittää ainakin yhden mittausmoduulin (18);

10 kukin mittausmoduuli (18) käsittää välineet (110) valonlähteellä (10) tuotetun valon hajottamiseksi ainakin yhdeksi spektriaksi analysoitavan materiaalin (102) pinnalle;

15 kukin mittausmoduuli (18) käsittää välineet (108) analysoitavan materiaalin (102) pinnasta heijastuvan ainakin yhden spektrin kokoamiseksi; ja

kukin mittausmoduuli (18) käsittää välineet (112, 14) kootun ainakin yhden spektrin ohjaamiseksi spektrikameraan (16).

28. Patenttivaatimuksen 27 mukainen mittauspalkki, tunnettu siitä, että kukin mittausmoduuli (18) käsittää:

ainakin yhden ensimmäisen linssin (110), jolla hajotetaan valonlähteellä (10) tuotettu valo spektriaksi analysoitavan materiaalin (102) pinnalle;

25 ainakin yhden toisen linssin (108), jolla kootaan analysoitavasta materiaalista heijastuva spektri viivaksi, joka käsittää analysoitavan materiaalin (102) pinnalle heijastuneet aallonpituudet; ja

30 ainakin yhden kuituoptiikkarivistön (112), jossa kukin kuitu kerää osakohdan heijastuneesta valosta.

29. Patenttivaatimuksen 27 mukainen mittauspalkki, tunnettu siitä, että:

35 kukin mittausmoduuli (18) käsittää ensimmäisen liitännän (114), joka on järjestetty vastaanottamaan ja/tai välittämään valonlähteellä (10) tuotettu valo, joka välitetään valokuitua (12) pitkin;

kukin mittausmoduuli (18) käsittää ensimmäisen linssin (110), jolla hajotetaan valonlähteellä (10) tuotettu valo spektriksi analysoitavan materiaalin (102) pinnalle siten, että kunkin mittausmoduulin (18) ensimmäisen linssin (110) kautta hajotetun valon avulla katetaan tietty osa analysoitavasta alueesta;

kukin mittausmoduuli (18) käsittää toisen linssin (108), jolla kootaan analysoitavasta materiaalista (102) heijastuva spektri viivaksi, joka käsittää kunkin mittausmoduulin (18) kattaman analysoitavan materiaalin (102) alueen pinnalle heijastuneet aallonpi-  
tuudet;

kukin mittausmoduuli (18) käsittää kuituoptiikkarivistön sisältävän toisen liitännän (112), jossa kukin kuitu on järjestetty keräämään osakohdan heijastuneesta valosta; ja

toiseen liitäntään (112) on yhdistetty valokuitu (14), joka on järjestetty yhdistämään kuituoptiikkarivistö spektrikameraan (16).

20 30. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittauspalkki, tunnettu siitä, että mittauspalkki (100) on järjestetty liikuteltavaksi.

31. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittauspalkki, tunnettu siitä, että mittauspalkki (100) on järjestetty analysoitavan materiaalin yläpuolelle.

32. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittauspalkki, tunnettu siitä, mittausmoduuli (18) käsittää välineet hajottamisvälineiden (110) sijoittamiseksi sivuun siten, että analysoitavaa materiaalia valaistaan suoraan referenssispektrin mittaamiseksi analysoitavan materiaalin referenssikohdasta.

33. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittauspalkki, tunnettu siitä, että mittausmoduuli (18) käsittää ensimmäiset suuntausvälineet, joilla suunnataan ensimmäinen linssi (110) hajottamaan

valonlähteellä (10) tuotettu valo spektriaksi analysoitavan materiaalin (102) pinnalle halutulle alueelle.

34. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittauspalkki, tunnettu siitä, että mit-  
5 tausmoduuli (18) käsittää toiset suuntausvälineet, joilla suunnataan toinen linssi (110) kokoamaan analysoitavasta materiaalista (102) heijastuva spektri materiaalin (102) halutusta alueesta.

35. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittauspalkki, tunnettu siitä, että en-  
10 simmäinen linssi (110) käsittää ainakin yhden prisman ja/tai hilan.

36. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittauspalkki, tunnettu siitä, että toi-  
15 nen linssi (108) käsittää sylinterilinssin.

37. Mittausmoduuli materiaalin analysointia varten,

tunnettu siitä, että mittausmoduuli (18) käsittää:

20 välineet (110) valonlähteellä (10) tuotetun valon hajottamiseksi ainakin yhdeksi spektriaksi analysoitavan materiaalin (102) pinnalle;

wälineet (108) analysoitavan materiaalin pinnasta heijastuvan ainakin yhden spektrin kokoamiseksi; ja

25 välineet (112, 14) kootun ainakin yhden spektrin ohjaamiseksi spektrikameraan (16).

38. Patenttivaatimuksen 37 mukainen mittausmoduuli, tunnettu siitä, että mittausmoduuli (18) käsittää:

30 ensimmäisen linssin (110), jolla hajotetaan valonlähteellä (10) tuotettu valo spektriaksi analysoitavan materiaalin (102) pinnalle;

toisen linssin (108), jolla kootaan analysoitavasta materiaalista heijastuva spektri viivaksi, joka kä-  
35 sittää analysoitavan materiaalin (102) pinnalle heijastuneet aallonpituudet; ja

kuituoptiikkarivistön (112), jossa kukin kuitu kerää osakohdan heijastuneesta valosta.

39. Patenttivaatimuksen 37 mukainen mittausmoduuli, tunnettu siitä, että mittausmoduuli (18) käsittää:

ensimmäisen liitännän (114), joka on järjestetty vastaanottamaan ja/tai välittämään valonlähteellä (10) tuotettu valo, joka välitetään valokuitua (12) pitkin; ensimmäisen linssin (110), jolla hajotetaan valonlähteellä (10) tuotettu valo spektriksi analysoitavan materiaalin (102) pinnalle siten, että ensimmäisen linssin (110) kautta hajotetun valon avulla katetaan tietty osa analysoitavasta alueesta;

toisen linssin (108), jolla kootaan analysoitavasta materiaalista (102) heijastuva spektri viivaksi, joka käsittää mittausmoduulin (18) kattaman analysoitavan materiaalin (102) alueen pinnalle heijastuneet aallonpituudet;

kuituoptiikkarivistön sisältävän toisen liitännän (112), jossa kukin kuitu on järjestetty keräämään osakohdan heijastuneesta valosta; ja

toiseen liitäntään (112) on yhdistetty valokuitu (14), joka on järjestetty yhdistämään kuituoptiikkarivistö spektrikameraan (16).

40. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittausmoduuli, tunnettu siitä, mittausmoduuli (18) käsittää välineet hajottamisvälineiden (110) sijoittamiseksi sivuun siten, että analysoitavaa materiaalia valaistaan suoraan referenssispektrin mittaamiseksi analysoitavan materiaalin referenssikohdasta.

41. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittausmoduuli, tunnettu siitä, että mittausmoduuli (18) käsittää ensimmäiset suuntausvälineet, joilla suunnataan ensimmäinen linssi (110) hajottamaan valonlähteellä (10) tuotettu valo spektriksi

analysoitavan materiaalin (102) pinnalle halutulle alueelle.

42. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittausmoduuli, tunnettu siitä, että  
5 mittausmoduuli (18) käsittää toiset suuntausvälineet, joilla suunnataan toinen linssi (110) kokoamaan analysoitavasta materiaalista (102) heijastuva spektri materiaalin (102) halutusta alueesta.

43. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittausmoduuli, tunnettu siitä, että en-  
10 simmäinen linssi (110) käsittää ainakin yhden prisman ja/tai hilan.

44. Jonkin aikaisemman patenttivaatimuksen mukainen mittausmoduuli, tunnettu siitä, että  
15 toinen linssi (108) käsittää sylinterilinssin.

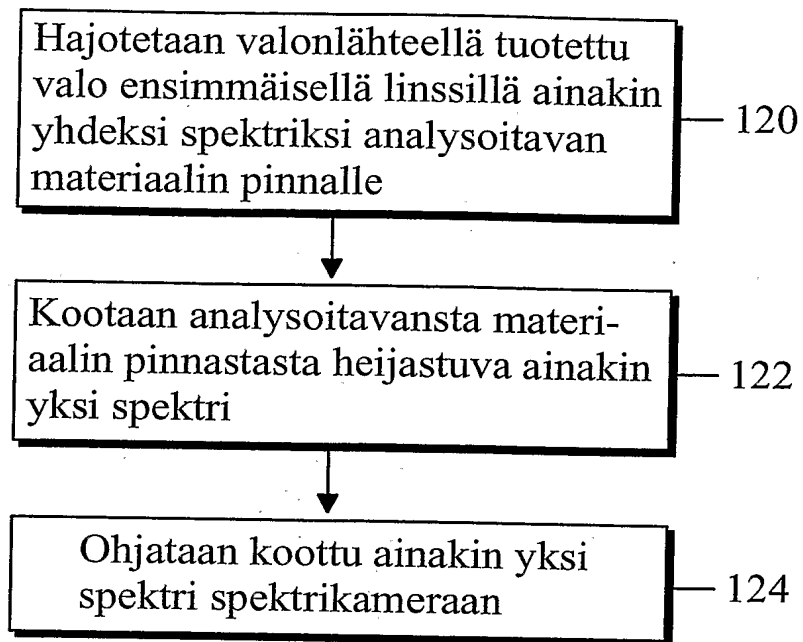
(57) TIIVISTELMÄ

Menetelmä paikan koodaamiseksi analysoitavassa materiaalissa aallonpituuden mukaan. Keksinnön mukaisessa menetelmässä hajotetaan valonlähteellä tuotettu valo ainakin yhdeksi spektriksi analysoitavan materiaalin pinnalle, koottaan analysoitavan materiaalin pinnasta heijastuva ainakin yksi spektri ja ohjataan koottu ainakin yksi spektri spektrokameraan.

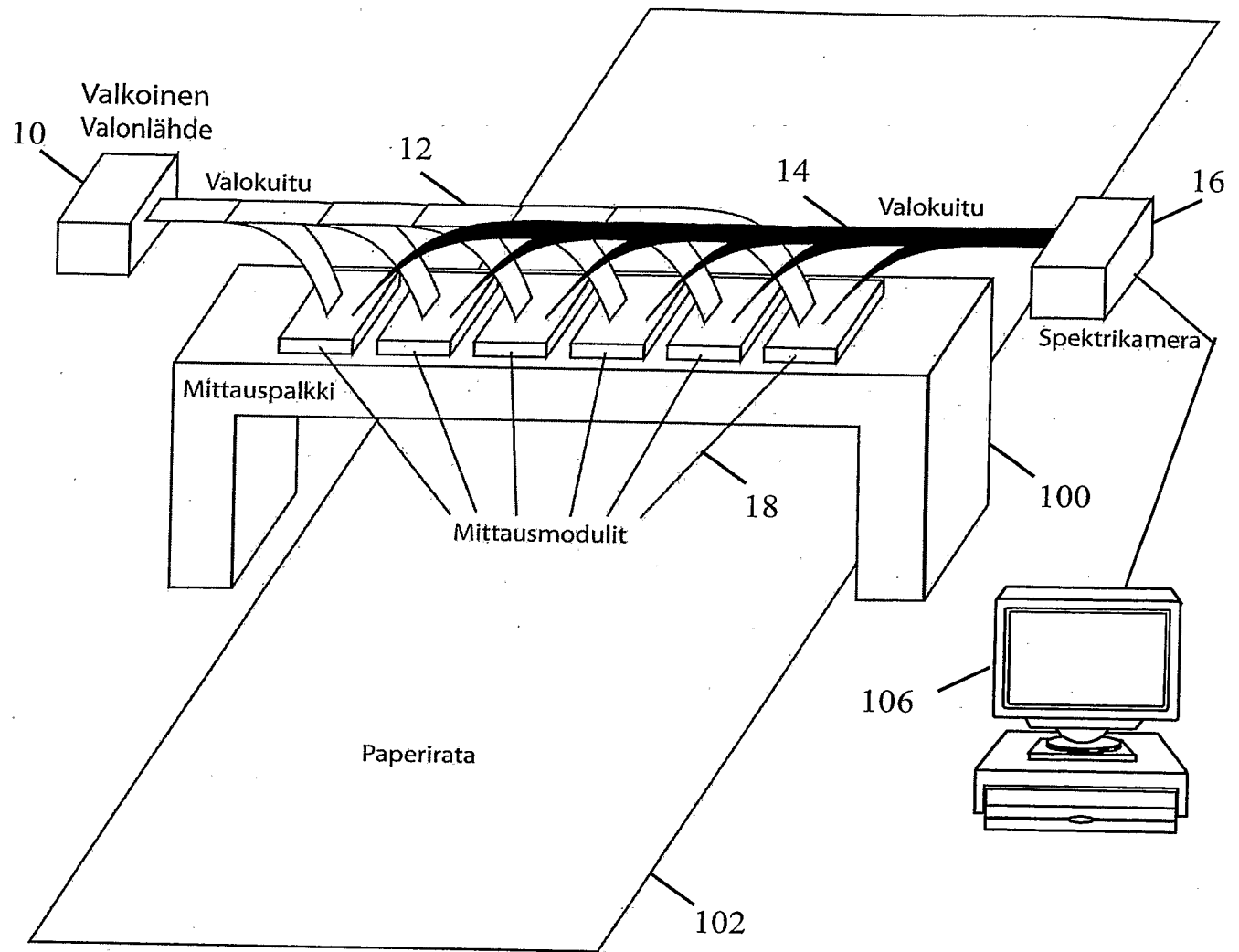
(KUVIO 3)



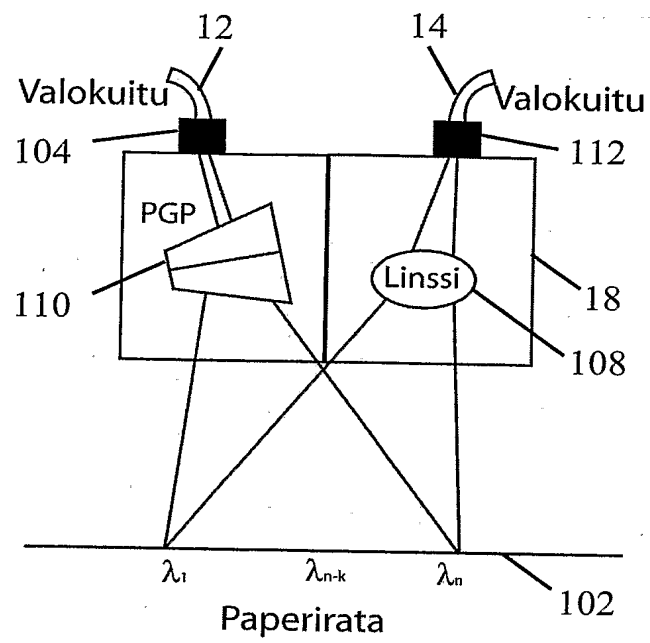
L 7



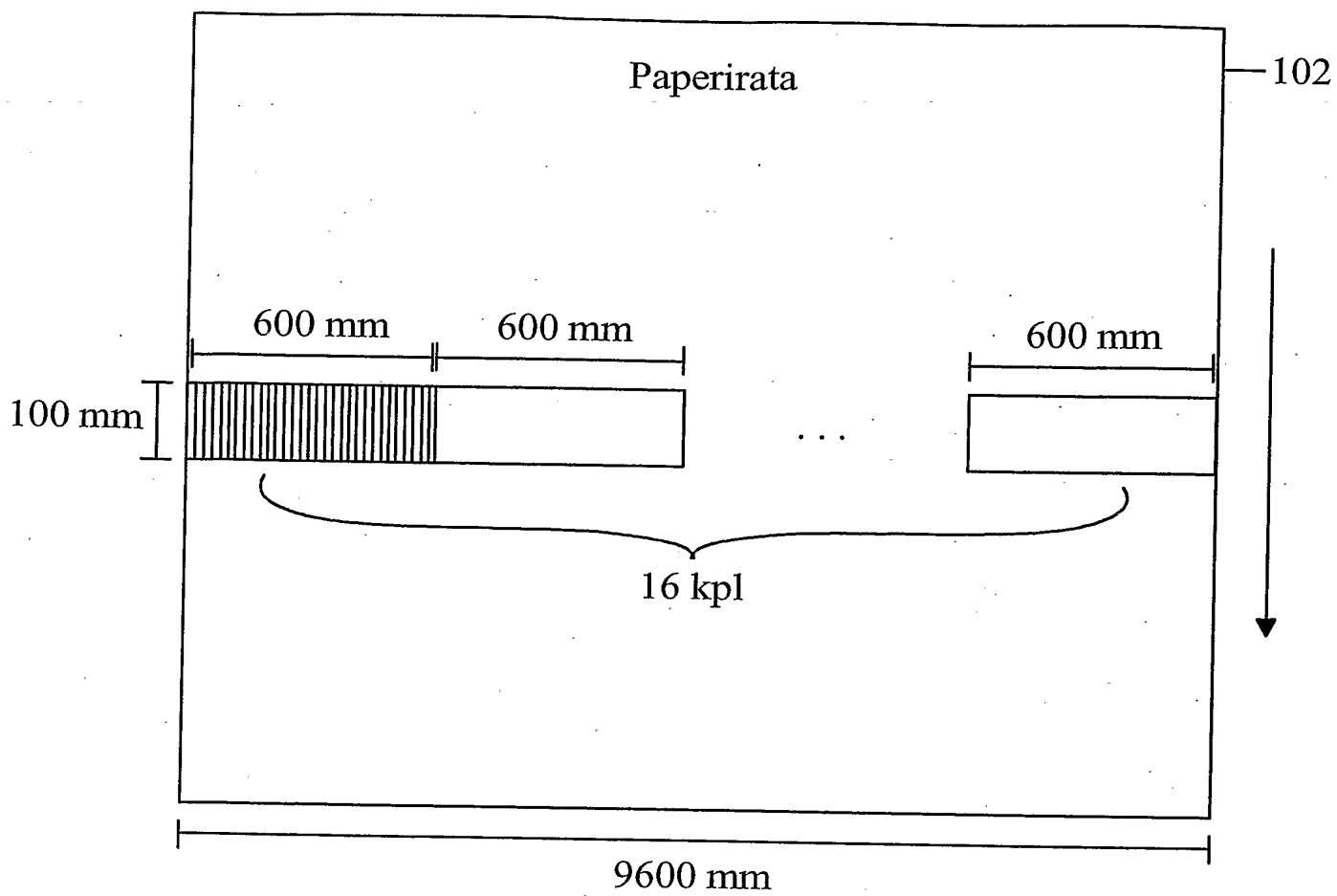
Kuvio 1



Kuvio 2



Kuvio 3



Kuvio 4